Pêches et Océans Canada
Fisheries and Oceans Canada

Sciences des écosystèmes et des océans
Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2015/020

Région de la capitale nationale

APPROCHE SCIENTIFIQUE POUR ÉVALUER L'IMPACT DES ACTIVITÉS HUMAINES SUR LES COMPOSANTES ET LES FONCTIONS ÉCOSYSTÉMIQUES

Figure 1. Les six régions administratives de Pêches et Océans Canada (MPO). Le trait discontinu indique les limites de la zone économique exclusive (ZEE) du Canada.

Contexte

Une composante clé de la gestion intégrée des océans est l'établissement d'une approche uniforme à l'échelle nationale de la détermination des aires marines et côtières (y compris les composantes et les fonctions de l'écosystème) soumises à des pressions d'origine anthropique. Dans le cadre d'un processus de gestion des risques plus vaste, Pêches et Océans Canada a besoin d'une approche rigoureuse sur le plan scientifique pour déterminer l'impact des pressions d'origine anthropique sur les composantes et les fonctions écosystémiques. Cette approche devrait être indépendante du temps et de l'espace, et être applicable de façon uniforme à toutes les pressions d'origine anthropique.

Le présent avis scientifique découle du processus de consultation scientifique nationale du 9 au 11 décembre 2014, intitulé Critères de risque écologique à l'appui de la gestion intégrée des océans. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO.

Juin 2015

Canada

SOMMAIRE

- Le présent avis scientifique (AS) offre une approche structurée pour évaluer l'impact des pressions d'origine anthropique sur les composantes et fonctions écosystémiques. L'impact est présumé découler d'un changement de l'état d'une composante de l'écosystème résultant d'une pression. Cette approche constitue simplement un aspect d'un processus de gestion des risques plus vaste en plusieurs étapes.
- Le présent avis intègre les avis précédents relatifs à l'évaluation de la façon dont les pressions peuvent avoir une incidence sur la productivité des pêches et de la façon dont la pêche peut avoir une incidence sur l'état du stock. Cette approche peut être appliquée de façon uniforme à toute composante de l'écosystème, pression et fonction de l'écosystème, et est indépendante du temps et de l'espace.
- La relation entre la composante de l'écosystème et une pression ainsi que la fonction de l'écosystème fournie par la composante de l'écosystème seront souvent non linéaires et généralement sigmoïdes. Dans les cas où les données sont limitées, l'utilisation d'inférences raisonnablement fondées sera nécessaire, et celles-ci devraient comprendre une mesure de l'incertitude.
- Le présent avis comprend trois catégories d'impact qui caractérisent l'état de la fonction de l'écosystème en raison des changements subis par une composante de l'écosystème. Les limites entre ces catégories représentent les points de transition qui indiquent le niveau à partir duquel le changement graduel de l'état d'une composante de l'écosystème a une incidence considérable sur sa capacité à remplir sa fonction. En fonction des niveaux de tolérance au risque, des mesures de gestion peuvent être appropriée aux différents niveaux du spectre de pression (c.-à-d. d'un impact négligeable à un impact élevé). Toutefois, aux points de transition, la nature ou la nécessité des mesures de gestion peut augmenter selon une tendance qui n'est pas graduelle.
- Les diagrammes de séquences des effets (SE) qui ont été élaborés pour les principales classes de pressions d'origine anthropique font partie intégrante du présent avis. Dans les cas où les séquences des effets (ou d'autres analyses semblables telles que les matrices des interactions) n'ont pas encore été déterminées, il faudra les élaborer afin de déterminer les impacts potentiels des activités humaines sur les composantes écosystémiques d'intérêt.
- En plus de la compréhension de l'interaction entre les pressions et l'écosystème, la compréhension des contributions relatives des différentes composantes écosystémiques par rapport à la fonction écosystémique d'intérêt ainsi que la compréhension de l'amplitude de la variabilité liée aux facteurs naturels permettent d'améliorer la capacité d'appliquer l'approche présentée dans le présent avis.
- La probabilité qu'une composante de l'écosystème soit exposée à une pression et le niveau de tolérance au risque des politiques et du processus décisionnel doivent être pris en compte dans le contexte d'un processus de gestion des risques plus vaste; toutefois, aucun de ces aspects n'est abordé dans le présent avis.

INTRODUCTION

La gestion intégrée des océans (GIO) est une méthode de planification et de gestion des activités humaines visant à réduire le risque de conflits et à assurer l'utilisation durable des ressources marines et de l'espace océanique communs. La partie II de la *Loi sur les océans* confère au ministre des Pêches et des Océans la responsabilité de diriger et de faciliter la gestion intégrée des océans dans toutes les eaux estuariennes, côtières et marines du Canada. La *Loi* reconnaît que l'application d'une approche écosystémique, d'une approche de précaution, et des principes du développement durable orientera la planification de la gestion intégrée des océans.

La mise en œuvre de la GIO devrait être soutenue par une approche uniforme à l'échelle nationale pour la détermination des aires marines soumises à des pressions d'origine anthropique, l'évaluation des menaces et des risques associés à ces pressions et, au besoin, la sélection des mesures de gestion appropriées visant à gérer les risques en contrant les menaces mises en évidence.

Les mesures visant à atténuer les menaces qui pèsent sur les composantes de l'écosystème et résultant des pressions d'origine anthropique peuvent être dérivées d'options réglementaires en vertu de la *Loi sur les océans* et d'autres outils de gestion et de politiques administrés par les organismes de réglementation fédéraux, provinciaux et territoriaux ayant le pouvoir de gérer les activités qui se produisent dans les océans canadiens ou qui les affectent.

La mise en œuvre de la gestion intégrée des océans connaîtra un plus grand succès si les résultats des évaluations des risques sont considérés comme crédibles par les partenaires et les intervenants. La crédibilité et la légitimité augmentent lorsqu'une approche uniforme est adoptée dans tous les cas. Cette approche doit être assez souple pour tenir compte des différences propres à chaque cas en ce qui concerne la nature des pressions, l'écosystème, ainsi que la quantité et la qualité des données. Une approche rigoureuse sur le plan scientifique pour évaluer l'impact des activités humaines sur les écosystèmes, qui inclut la compréhension de la façon dont la fonction de l'écosystème réagit aux changements de l'état d'une composante de l'écosystème, constitue un aspect d'un processus d'évaluation des risques uniforme à l'échelle nationale. Cette approche doit être appliquée à différentes pressions, composantes de l'écosystème et fonctions écosystémiques, et doit également être indépendante du temps et de l'espace. Une approche scientifique uniforme comme celle présentée dans le présent rapport fournit un fondement pour éclairer la prise de décisions de gestion et est essentielle pour réduire la subjectivité dans le mode d'évaluation et de gestion du risque posé par les pressions d'origine anthropique.

Le présent avis fournit une approche structurée pour évaluer l'impact des pressions d'origine anthropique sur les composantes et les fonctions écosystémiques. L'impact est présumé découler d'un changement de l'état d'une composante de l'écosystème en raison d'une pression. Les modèles de séquences des effets (SE) qui ont été élaborés pour les principales classes de pressions d'origine anthropique dans les océans canadiens font partie intégrante du présent avis. Il sera nécessaire d'élaborer des séquences des effets ou d'autres analyses semblables (p. ex. les matrices des interactions) pour toutes les pressions et les composantes de l'écosystème préoccupantes afin de les appliquer dans le présent avis. En plus de la compréhension de l'interaction entre les pressions et l'écosystème, la compréhension des contributions relatives des différentes composantes de l'écosystème par rapport à la fonction écosystémique d'intérêt et la compréhension de l'amplitude de la variabilité inhérente de la fonction en réponse aux facteurs naturels permettent d'améliorer la capacité d'appliquer l'approche.

L'avis présenté dans le présent AS constitue un aspect d'un processus de gestion des risques plus exhaustif. Le cadre d'évaluation des risques ISO 31000:2009 indique les étapes qui devraient être incluses dans un processus général de gestion des risques et qui ont éclairé l'élaboration d'un processus de gestion des risques de la GIO pour les aires maritimes canadiennes à ce jour (figure 2).

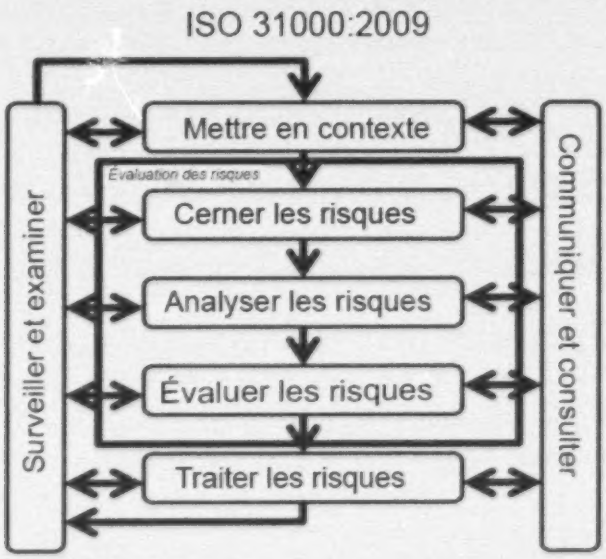

Figure 2. Contribution de l'évaluation des risques dans le cadre d'un processus de gestion des risques plus vaste, tel que défini par la norme ISO 31000:2009.

ANALYSE

Glossaire

Un certain nombre de termes et d'expressions sont utilisés dans le présent document dans un sens technique particulier, et beaucoup d'entre eux ont également un sens courant. Pour plus de clarté, un glossaire (annexe 1) donne les définitions des termes dans le contexte du présent avis.

Considération des avis scientifiques existants

Le MPO a déjà produit des avis scientifiques pertinents pour les composantes de l'écosystème dans le cadre d'une évaluation des risques pour la GIO, et plus particulièrement au cours de l'élaboration d'une approche rigoureuse sur le plan scientifique uniforme à l'échelle nationale visant à déterminer la façon dont la fonction de l'écosystème réagit aux changements de l'état des composantes de l'écosystème. Ces deux approches sont les suivantes :

1. Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution (MPO 2006a);
2. Cadre scientifique pour évaluer la réponse de la productivité des pêches à l'état des espèces ou des habitats (MPO 2014).

Il existe des similarités importantes entre ces deux approches. En particulier, les deux approches supposent une relation non linéaire, souvent sigmoïde entre une pression et l'état d'une composante de l'écosystème. En outre, ces deux approches comprennent des catégories qui décrivent la façon dont l'écosystème répond à la pression, ainsi que des limites clairement définies entre les catégories. Bien que les deux approches aient des similarités importantes, des différences importantes sont également à prendre en compte en ce qui concerne les renseignements requis pour produire des relations curvilinéaires, et la façon dont ces relations devraient être interprétées.

Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution

Cette approche comprend trois catégories appelées « zones d'état du stock » (c.-à-d. zone critique, zone saine et zone de prudence) qui sont délimitées par des limites appelées « niveau de référence limite » et « niveau de référence supérieur du stock » (figure 3). L'état du stock est généralement représenté par la biomasse du stock reproducteur (BSR) ou un indicateur approprié, et les niveaux de référence sont définis pour les conditions « normales » de productivité du stock en fonction des meilleures données scientifiques disponibles. Parmi les limites entre les catégories, seul le niveau de référence inférieur (limite) est défini par les propriétés biologiques du stock (p. ex. la BSR au niveau où la probabilité d'une productivité altérée augmente). Le niveau de référence supérieur du stock est déterminé par l'*incertitude* de l'estimation de la BSR (une propriété de l'*évaluation*, et non pas de la BSR en soi), ainsi que par l'incertitude de l'efficacité des mesures de gestion (une propriété du *système de gestion*, et non pas de la BSR). Dans cette approche, la zone de prudence reflète simplement les recommandations sur la *façon* dont les mesures de gestion devraient varier entre la zone saine et la zone critique, et non pas la façon dont la composante de l'écosystème (p. ex. la BSR) devrait varier à mesure que la pression évolue. La *pression* (p. ex. les niveaux de prises) sur l'ordonnée indique le changement *recommandé* de la pression. Les effets de la pression de la pêche dans le passé (ou dans les scénarios envisagés) déterminent la position d'une *application particulière* sur l'abscisse. C'est-à-dire que la pêche, passée et actuelle, détermine la taille de la BSR *à présent*. Le graphique indique ensuite le niveau *attendu* de la pression de la pêche pour se conformer au cadre d'application. Il s'agit de la différence fondamentale entre cette approche et le *Cadre pour évaluer la réponse de la productivité des pêches à l'état des espèces ou des habitats* (figure 4).

Cadre pour évaluer la réponse de la productivité des pêches en fonction de l'état des espèces ou des habitats

Tout comme la *Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution* susmentionnée (MPO 2006a), le *Cadre pour évaluer la réponse de la productivité des pêches à l'état des espèces ou des habitats* (MPO 2014) décrit également la façon dont la fonction de l'écosystème (c.-à-d. la productivité des pêches) devrait réagir à la pression croissante exercée sur la composante de l'écosystème (c.-à-d. l'habitat). Dans la figure 4, le plateau supérieur (avant S1) est la zone où la résilience naturelle de l'écosystème peut maintenir la pleine productivité en cas de changements apportés à l'habitat; le plateau inférieur (après S2) est la zone où l'habitat a été tellement dégradé que toute autre altération de la qualité ou de la quantité de l'habitat ne peut plus faire baisser la productivité davantage, et la section du milieu (entre S1 et S2) est la plage où toute détérioration de la qualité ou de la quantité de l'habitat devrait entraîner une baisse correspondante de la fonction de l'écosystème (productivité).

La relation présentée dans la figure 3 est fondée sur la façon dont les mesures de gestion devraient varier entre les zones « en bon état » et « en piètre état », tandis que la relation illustrée dans la figure 4 décrit une réaction progressive de la fonction de l'écosystème à un changement de la pression. L'approche fournie dans l'avis scientifique concernant la productivité des pêches (MPO 2014) concorde davantage avec un processus d'évaluation des risques de la GIO parce qu'elle décrit de façon explicite la relation entre l'état d'une composante de l'écosystème et sa fonction au long de la plage entière des niveaux d'une pression donnée.

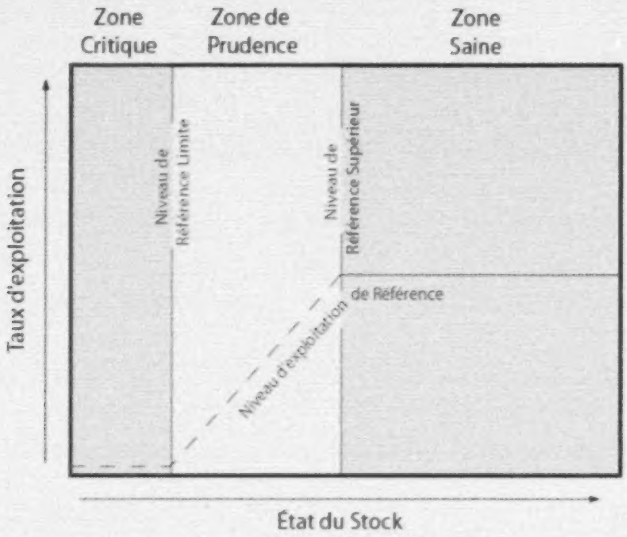

Figure 3. Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution (MPO 2006a). Dans la zone critique, l'état du stock a chuté à un niveau tellement bas qu'il est considéré comme étant précaire. Dans la zone de prudence, l'état du stock se rapproche de la zone critique, et des mesures de gestion des pêches devraient favoriser le rétablissement du stock. Dans la zone saine, l'état du stock est considéré comme bon et le taux d'exploitation ne devrait pas dépasser le niveau d'exploitation de référence (p. ex. la biomasse du stock reproducteur). Le niveau de référence limite est le niveau de stock au-dessous duquel la productivité est suffisamment altérée pour causer de graves dommages, mais au-dessus duquel le risque d'extinction devient préoccupant. Le niveau de référence supérieur est le seuil du niveau de stock au-dessous duquel le taux d'exploitation diminue. Le niveau d'exploitation de référence est le taux d'exploitation maximal acceptable.

Certains aspects de l'approche fournie dans l'avis scientifique concernant la productivité des pêches (MPO 2014) la rendent particulièrement adaptée pour déterminer la façon dont la fonction de l'écosystème réagit aux changements de l'état des composantes de l'écosystème :

1. L'utilisation des séquences des effets pour déterminer les relations fonctionnelles entre la pression et la composante de l'écosystème, qui facilite l'élaboration de stratégies de gestion;
2. L'utilisation de la « productivité » en tant que devise écologique commune pour relier les pressions aux effets sur les fonctions écosystémiques;
3. Les points de transition (c.-à-d. les limites) utiles pour délimiter les questions de gestion en ce qui a trait à l'escalade des réactions de l'écosystème à la pression. Ces points de transition représentent des changements importants des états de l'écosystème que les décideurs devraient connaître au moment de décider de la nécessité de prendre des mesures de gestion et lesquelles, car la réaction de la fonction aux changements de la composante est différente à gauche et à droite du point de transition;
4. L'alignement avec les avis existants sur la façon de déterminer les composantes de l'écosystème sur lesquelles les analyses devraient être orientées (p. ex. ZIEB, EIE, PC);
5. La réaction prévisible et systématique d'une composante de l'écosystème à une augmentation progressive de la pression.

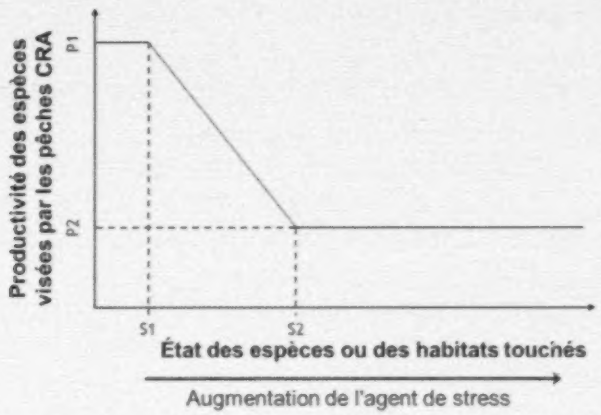

Figure 4. Cadre pour évaluer la réponse de la productivité des pêches à l'état des espèces ou des habitats (MPO 2014). L'ordonnée indique la productivité (fonction de l'écosystème) mesurée dans un continuum allant de faible (bas) à élevé (haut). L'abscisse (composante de l'écosystème) indique l'état d'un continuum allant de bon (à gauche) à piètre (à droite); le déplacement le long de l'abscisse représente la modification de l'état des espèces ou des habitats selon l'augmentation des agents de stress. Quatre niveaux de référence sont établis : P1 est la productivité de référence des espèces visées par les pêches commerciales, récréatives et autochtones; P2 est la productivité réduite des espèces visées par les pêches commerciales, récréatives et autochtones dans des conditions de modification totale ou cumulative maximale des espèces ou habitats touchés; S1 représente un état seuil à la gauche duquel les agents de stress ont peu ou pas d'impact sur la productivité des pêches (c.-à-d. le plateau supérieur) et à la droite duquel la productivité décline à mesure que l'état se détériore; S2 est le seuil à partir duquel la modification totale ou cumulative maximale des espèces ou habitats touchés est suffisamment importante pour éliminer la contribution de ces espèces ou habitats à la productivité continue des espèces visées par les pêches commerciales, récréatives et autochtones (c.-à-d. le plateau inférieur).

Bien que l'approche présentée dans l'avis scientifique sur la productivité des pêches (MPO 2014) comporte de nombreux attributs positifs la rendant apte à être prise en compte dans le cadre d'un processus d'évaluation des risques plus vaste de la GIO, comme toute approche, elle comporte également des lacunes. Les lacunes et incertitudes potentielles associées à cet approche sont présentées ci-dessous, mais il convient de noter qu'elles peuvent également s'appliquer, à divers degrés, à d'autres approches ou cadres d'application, y compris la *Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution* (MPO 2006a) susmentionnée.

Les lacunes et incertitudes potentielles à prendre en considération sont les suivantes :

1. Même si l'approche de l'AS sur la productivité des pêches (MPO, 2014) est en mesure de prendre en considération plusieurs pressions, elle n'indique pas si les répercussions des pressions sont additives (ou cumulatives), antagonistes ou synergiques. Plusieurs pressions peuvent agir sur la même composante de l'écosystème, aggravant ainsi l'impact et confondant les mesures de gestion.
2. Comme c'est le cas pour d'autres approches, de nombreuses données et analyses seront nécessaires, dans le cadre de l'approche de l'avis scientifique concernant la productivité des pêches (MPO 2014), pour déterminer les relations entre les composantes de l'écosystème et les pressions, et les composantes de l'écosystème et les fonctions qu'elles soutiennent. Dans les cas où les données sont limitées, il sera nécessaire de tirer des inférences raisonnablement fondées. Cependant, l'analyse d'une vaste gamme de pressions sur les écosystèmes marins et d'eau douce appuie l'hypothèse selon laquelle il existe probablement des formes génériques de ces relations. Ces relations génériques doivent être associées à des paramètres appropriés en fonction de la pression et de l'écosystème auxquels elles sont appliquées. Il est important de prendre en compte

la qualité des données et d'autres facteurs (p. ex. l'erreur d'échantillonnage, l'erreur de traitement, l'incertitude liée à la réponse fonctionnelle) qui peuvent fausser les représentations graphiques de la réaction de l'écosystème au moment de déterminer le niveau de confiance qui est attribué aux données à l'appui et aux hypothèses déduites à partir de ces données.

3. Contrairement à la *Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution* (MPO 2006a), l'approche fournie dans l'avis scientifique sur la productivité des pêches (MPO 2014) ne donne pas d'avis explicite sur les méthodes particulières pour intégrer l'incertitude au sujet des relations dans l'évaluation des risques ou le processus de gestion des risques. La façon dont l'incertitude est prise en compte aura une incidence sur les résultats de l'analyse. Les principaux effets de l'incertitude comprennent non seulement le taux d'erreurs dans les décisions de gestion, mais indiquent également si les erreurs sont plus susceptibles d'être des manquements ou de fausses alertes. Les « manquements » se produisent lorsque l'application du cadre appuie la décision de ne pas prendre de mesures de gestion alors qu'en réalité des mesures auraient dû être prises, et les « fausses alertes » surviennent lorsque l'application du cadre appuie la décision de prendre des mesures de gestion, alors que les mesures de gestion existantes étaient suffisantes pour la durabilité ou l'atteinte des objectifs.

Bien que les deux approches décrites ci-dessus dans les figures 3 et 4 donnent une indication de base pour déterminer la réponse des composantes écosystémiques aux pressions, il convient de noter que chaque approche comprend deux graphiques, représentant deux relations. L'une d'elles est la relation entre le niveau de pression et l'état de la composante de l'écosystème, et l'autre, la relation entre l'état de la composante et la (ou les) fonction de l'écosystème qu'elle est présumée fournir.

La façon dont ces relations sont prises en compte varie selon les approches. Par exemple, dans la *Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution* (MPO 2006a), aucune de ces relations n'est représentée de façon explicite. Le graphique présenté à la figure 3 est *fondé* sur la relation entre la mortalité maximale causée par la pêche pouvant être soutenue (c.-à-d. la pression) et la biomasse du stock reproducteur (BSR) (c.-à-d. la composante de l'écosystème). La représentation graphique classique du stock-recrutement illustrant la relation entre la BSR et le recrutement (c.-à-d. une fonction clé pour la population) est rarement présentée de façon explicite dans le cadre de la *Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution*. Toutefois, c'est cette relation qui détermine le niveau auquel le point de référence limite est fixé et la forme de la courbe du niveau d'exploitation de référence.

L'approche fournie dans l'avis scientifique sur la productivité des pêches (MPO, 2014) démontre (voir la figure 4) comment la productivité des pêches (c.-à-d. la fonction de l'écosystème) est susceptible de réagir à un changement de l'état des espèces ou des habitats (c.-à-d. la composante de l'écosystème). Même s'il est sous-entendu qu'à mesure que la pression augmentera, l'état de la composante de l'écosystème diminuera, la relation réelle entre une pression donnée (p. ex. la concentration de sédiments, la température, la quantité de structure ou de végétation, etc.) et la composante de l'écosystème n'est pas présentée de façon explicite dans le cadre d'application. Cette relation est estimée (à l'aide des modèles de séquences des effets, par exemple) *avant* la production de la relation graphique entre la composante de l'écosystème et la fonction de l'écosystème.

L'approche du présent avis scientifique rend les deux relations susmentionnées (c.-à-d. la composante par rapport à la pression et la composante par rapport à la fonction) explicites et les intègre dans le cadre général d'évaluation des impacts; une étape nécessaire pour que l'approche soit uniforme et inclusive de tous les types de pressions et de composantes écosystémiques potentielles.

Approche scientifique pour évaluer l'impact des activités humaines sur les composantes et les fonctions écosystémiques

L'une des principales utilisations de cette approche consiste à éclairer les décisions concernant la gestion des pressions d'origine anthropique de sorte à ne pas compromettre la fonction de l'écosystème. Des décisions peuvent être prises relativement à une activité spécifique proposée ou en cours, à un site précis pris en compte aux fins de gestion spatiale, ou pour choisir parmi les options qui doivent être sélectionnées pour la gestion intégrée.

L'approche décrite ci-dessous est généralement intégrée à un stade précoce dans un processus d'évaluation des risques plus vaste ou un processus de planification ou de gestion intégrée, mais une fois que les renseignements ont été recueillis et après que soient terminées la phase initiale où est établit le contexte et la portée ainsi que la phase d'identification des risques (c.-à-d. dans la phase « Analyser les risques » de la figure 2). Elle fournit un processus structuré permettant de déterminer le degré d'impact d'une pression sur une composante de l'écosystème et, finalement, sur la fonction de l'écosystème qu'elle soutient.

Le processus de prise en compte des possibles répercussions sur les écosystèmes dans l'évaluation des risques est fondé sur deux relations graphiques :

1. La relation entre les composantes écologiques (c.-à-d. la variable dépendante; l'ordonnée) et les pressions (c.-à-d. la variable indépendante; l'abscisse) (figure 5);
2. La relation entre les composantes écologiques (c.-à-d. la variable indépendante; l'abscisse) et les fonctions qu'elles offrent dans l'écosystème (c.-à-d. la variable dépendante; l'ordonnée) (figure 6).

Les deux relations sont présumées être non linéaires (souvent sigmoïdes), une hypothèse en accord avec une quantité importante d'ouvrages scientifiques et plusieurs approches actuelles pour catégoriser les répercussions (figures 3 et 4). Le présent avis suppose également que ces relations suivent des formes génériques qui peuvent être paramétrées pour chaque écosystème, une hypothèse identique à celle utilisée dans l'approche présentée dans l'avis scientifique concernant la productivité des pêches (MPO 2014).

Le processus d'évaluation des impacts sur les composantes et les fonctions écosystémiques dans l'évaluation des risques est progressif et consiste à réaliser ce qui suit :

1. Rassembler tous les renseignements pertinents et disponibles à l'intérieure de la portée de l'analyse, y compris l'écosystème d'intérêt et les pressions qui ont eu lieu, ont lieu ou pourraient avoir lieu dans le futur.
2. Au sein de l'écosystème d'intérêt, sélectionner les composantes qui sont liées à la qualité de la fonction fournie par l'écosystème, et qui sont mesurables et sensibles à la pression préoccupante. Cette étape peut être éclairée par les modèles de séquences des effets et d'autres sources comme les matrices des interactions, etc. Ces modèles et analyses reposent sur la littérature scientifique et les avis scientifiques du MPO, y compris les travaux concernant la sélection des indicateurs écosystémiques. Si la relation entre la composante de l'écosystème et la fonction qu'elle soutient n'est pas connue, il sera nécessaire d'utiliser des inférences ou de chercher une composante de l'écosystème qui constitue un meilleur indicateur de la fonction de l'écosystème.
3. À l'aide des renseignements et des analyses susmentionnés, adapter les relations graphiques génériques à la composante de l'écosystème d'intérêt (un avis précis sur la façon dont cela peut se faire se trouve dans MPO 2014) :
    a. Sélectionner un graphique existant pertinent, ou en créer un nouveau présentant les renseignements inclus dans la figure 5, afin de déterminer l'état de la composante de l'écosystème en fonction du niveau attendu ou actuel d'interaction avec la pression (ou

l'état potentiel de l'écosystème si l'on prend en compte les possibles répercussions des interactions futures).

b. Sélectionner un graphique existant pertinent, ou en créer un nouveau présentant les renseignements inclus dans la figure 6, afin de déterminer le niveau de la fonction de l'écosystème par rapport à l'état de la composante de l'écosystème. Le degré selon lequel la fonction de l'écosystème devrait changer d'après l'état de la composante de l'écosystème (tiré du point 2. ci-dessus) est déterminé à l'aide des catégories présentées dans le tableau 1. En général, la priorité devant être accordée à la gestion de cette pression augmente avec le degré selon lequel une fonction de l'écosystème est touchée par une pression (ce qui se manifeste par un changement de l'état de la composante de l'écosystème).
c. Lorsque l'on dispose de suffisamment de renseignements pour déterminer les limites des catégories (tableau 2), des décisions en matière de gestion peuvent être prisent en se fondant sur les résultats du graphique au point b) (selon la figure 6) et en les comparant aux catégories et limites présentées dans les tableaux 1 et 2.

4. Répéter les étapes 2 et 3 pour chaque pression et composante de l'écosystème d'intérêt.
5. Considérer les résultats de ce processus, établir les priorités (pressions et composantes de l'écosystème) pour de plus amples analyses et mesures de gestion potentielles.

Au moment de créer des relations graphiques comme il est question au point 3) (ci-dessus), plusieurs facteurs sont à prendre en compte, notamment :

- le chevauchement spatial et temporel lié à la composante écologique et à la pression;
- la zone d'influence de la pression;
- les caractéristiques de la pression;
- la sensibilité de la composante écologique;
- l'importance écologique de la composante écologique;
- le rétablissement et la résilience de l'écosystème.

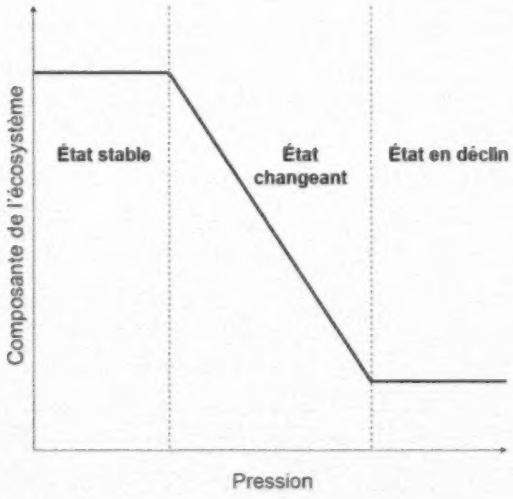

Figure 5. Relation entre les composantes écologiques et les pressions potentielles.

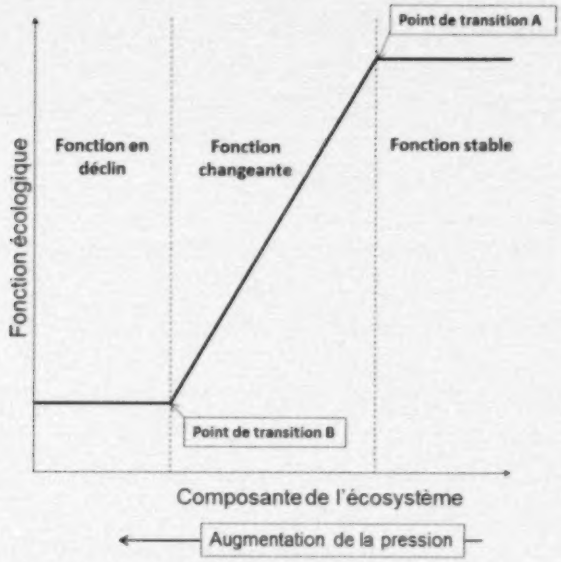

Figure 6. Relation entre les composantes écologiques et les fonctions qu'elles fournissent dans l'écosystème.

Catégories et limites des critères d'impacts écologiques

Le vaste éventail des niveaux d'impacts, allant de « aucun impact » à « impact catastrophique », pourrait justifier les politiques reconnaissant de nombreuses catégories (ou « critères » au sens des politiques) d'impact. D'un autre côté, la nécessité de reconnaître seulement que quelques catégories est mis en évidence par le besoin de politiques claires ainsi que la considération des limites typiques associées aux données relatives à des cas spécifiques en ce qui concerne les pressions et les écosystèmes. L'utilisation de trois catégories d'impact croissant a été jugée comme le compromis le plus réalisable entre ces différentes considérations (tableau 1). Pour chaque catégorie, il y a : a) une expression décrivant le niveau d'impact correspondant sur la composante de l'écosystème, et b) un critère de diagnostic pour déterminer si un cas particulier est admissible aux fins d'inclusion dans cette catégorie. Le niveau d'impact sur la fonction de l'écosystème augmente à mesure que la composante de l'écosystème passe des catégories « Fonction stable » à « Fonction changeante », puis « Fonction en déclin ». Les catégories présentées dans le tableau 1 sont importantes, car l'élaboration des politiques considère que chaque catégorie nécessite des mesures de gestion différentes. La gestion est généralement plus efficace lorsque les décideurs sont conscients du fait que l'on se rapproche d'un point de transition, et prennent les mesures appropriées avant de le franchir.

Tandis que les descriptions de ces catégories se veulent générales afin d'être pertinentes pour une vaste série d'applications de gestion, il est important de prendre en compte que les deux échelles spatiale et temporelle joueront un rôle dans la réaction de la fonction de l'écosystème à l'état de la composante de l'écosystème.

Tableau 1. Catégories d'impact croissant qui caractérisent le niveau de la fonction de l'écosystème et critère de diagnostic pour déterminer si un cas particulier est admissible à l'inclusion dans cette catégorie.

1. Fonction stable	2. Fonction changeante	3. Perte de la fonction
a) *La fonction de l'écosystème est maintenue bien qu'il puisse y avoir des changements dans l'état de la composante de l'écosystème.*	a) *La fonction de l'écosystème change systématiquement à mesure que la composante de l'écosystème change en raison de la perturbation.*	a) *La fonction de l'écosystème ne peut plus être appuyée par la composante de l'écosystème.*
b) *La composante de l'écosystème résiste ou compense rapidement[1] en cas de perturbation, de sorte que l'on peut déduire que la fonction de l'écosystème qu'elle appuie est maintenue.*	b) *La composante de l'écosystème change avec la perturbation, et est dans une phase où la diminution de la fonction est susceptible de se produire. Le rétablissement[2] de la composante de l'écosystème devrait être assuré, mais une période d'état modifié de la composante est prévue.*	b) *La composante de l'écosystème a atteint un état où les preuves indiquent que la fonction ne peut plus être fournie.* *Ou* *La composante de l'écosystème a été dégradée jusqu'à un état où le rétablissement n'est plus assuré; même si la pression est éliminée, la perte de la fonction continuera de s'accumuler.*

1 – Le terme « rapidement » doit être interprété sur le plan écologique dans le contexte de la composante écosystémique d'intérêt. Par exemple, « rapide » pour une population de bélugas pourrait ne pas être équivalent à « rapide » pour une population de copépodes.
2 – Le terme « rétablissement » désigne les processus naturels de rétablissement écologique. Une hystérésis peut se produire de sorte que la composante de l'écosystème peut suivre une séquence pendant le rétablissement qui est différente de celle suivie pendant la perte. Toutefois, le « rétablissement » ne comprend pas la réhabilitation artificielle des habitats dégradés ou la mise en valeur artificielle des populations réduites. Les politiques ou la gestion pourraient souhaiter envisager la remise en état des habitats ou la mise en valeur des populations dans leur planification, mais ces considérations ne relèvent pas de la portée de la présente approche pour l'évaluation des risques.[1]

Les limites entre les catégories (tableau 2) représentent les points de transition à partir desquels le changement graduel de l'état d'une composante de l'écosystème modifie l'état de l'écosystème. Il est essentiel de savoir où se trouvent les limites supérieures et inférieures de la catégorie 2 (Fonction changeante) pour que la présente approche puisse être opérationnelle.

Avant d'atteindre le point de transition A, il est possible que la composante de l'écosystème ait subit des changements depuis un certain temps. Toutefois, les renseignements spécifiques à un cas particulier ou les connaissances générales peuvent suggérer qu'il existe une compensation écologique pour la ou les fonctions offertes par la composante. Une telle compensation pourrait se produire au moyen d'une utilisation plus complète ou plus efficace de la composante ayant une disponibilité réduite, ou d'une redondance fonctionnelle (substitution) avec d'autres composantes de l'écosystème.

Les limites représentant les transitions d'une catégorie à une autre ne sont pas statiques et sont souvent très incertaines. Par conséquent, il est important d'établir des seuils de gestion des risques en

[1] *Le « rétablissement » des composantes de l'écosystème est un sujet complexe; certains aspects du rétablissement des populations ont été abordés dans les avis scientifiques sur les pêches et les questions liées aux espèces en péril, et certains aspects du rétablissement des habitats ont été abordés dans les avis pour le Programme de protection des pêches. Cependant, aucun examen complet de tous les aspects n'a été réalisé pour le présent processus de consultation.*

tenant compte de cette incertitude et de fournir des renseignements sur la proximité de l'écosystème par rapport à ces limites. Les mesures de gestion peuvent différer compte tenu de l'incertitude existante. Toutefois, l'application de la précaution devrait augmenter avec le degré d'incertitude.

Tableau 2. Limites représentant les points de transition entre les catégories (tableau 2) à partir desquels le changement graduel de l'état de la composante de l'écosystème modifie l'état de l'écosystème. En fonction des objectifs et des niveaux de tolérance au risque, des mesures de gestion peuvent être prises à n'importe que niveau au long de cette plage de données (et, idéalement, avant qu'un point de transition ne soit atteint).

Point de transition A	Point de transition B
Le point de transition entre la catégorie 1 (Fonction stable) et la catégorie 2 (Fonction changeante). *La capacité de l'écosystème à résister ou compenser entièrement pour les valeurs inférieures de la composante de l'écosystème a été dépassée. Une plus grande dégradation de la composante de l'écosystème réduira sa capacité à contribuer à la fonction de l'écosystème.* *Les attributs qui pourraient aider à déterminer cette position comprennent la perte de superficie, la condition des poissons, le nombre d'espèces de proies, la biomasse des espèces de proies, la taille de la population, etc.*	*Le point de transition entre la catégorie 2 (Fonction changeante) et la catégorie 3 (Perte de la fonction).* *La composante de l'écosystème a perdu sa capacité de rétablissement. L'état de la composante de l'écosystème n'a peut-être pas encore diminué jusqu'au point où elle ne contribue plus à la fonction de l'écosystème, mais parce que la composante a perdu sa capacité de rétablissement, on s'attend à ce que la contribution de la composante à la fonction continue de diminuer jusqu'à atteindre un tel point. Dans de rares cas, la fonction est tellement dépendante de la composante de l'écosystème particulière qu'elle peut diminuer au-delà d'un niveau d'impact acceptable avant que la composante ne perde sa capacité de rétablissement. De telles situations ne peuvent être documentées que dans des systèmes très riches en renseignements.* *Les attributs qui pourraient aider à définir la capacité de rétablissement comprennent la durée de génération, la fécondité, le cycle biologique, etc.*

Les descriptions de ces catégories et points de transition ne tiennent pas compte des incertitudes dans la relation entre la composante et la fonction de l'écosystème, de la tolérance au risque dans la prise de décisions, ou de la probabilité qu'une composante de l'écosystème soit exposée à une pression. La seule relation fonctionnelle représentée par la ligne de la figure 6 représente *de facto* la « meilleure représentation » de la relation entre la composante de l'écosystème et la fonction écologique, et les points de transition sont des seuils de décision neutres à l'égard des risques. Si l'incertitude est quantifiée, la relation peut être représentée comme la distribution de probabilité de la fonction écologique (ordonnée), compte tenu de la valeur mesurée ou prévue de la composante de l'écosystème (abscisse). Si une tolérance au risque est indiquée pour un niveau acceptable connu de la fonction écologique, la transition relative à la prise de décisions de gestion de la catégorie 1 à la catégorie 2 peut suivre la tolérance au risque indiquée dans la distribution de probabilité, plutôt que de suivre simplement la ligne théorique de la figure 6. Toutefois, on précise que cette approche convient uniquement lorsque l'on dispose de suffisamment de renseignements pour estimer les intervalles de confiance relatifs aux relations théoriques et lorsque les tolérances au risque sont précisées à l'avance. L'application de cette approche fondée uniquement sur des idées intuitives de l'incertitude et de la tolérance au risque crée simplement l'illusion d'une plus grande rigueur, sans réellement y parvenir.

Sources d'incertitude

Bien qu'une grande partie du présent avis détermine l'incertitude associée spécifiquement aux approches susmentionnées, et en particulier aux relations graphiques, d'autres sources d'incertitude plus générales devraient également être prises en compte :

- Bien que le présent avis soit destiné à être appliqué à un large éventail de composantes écosystémiques, de fonctions écosystémiques et de pressions d'origine anthropique, il peut y avoir des situations où il n'est pas applicable.
- L'approche décrite dans l'avis scientifique concernant la productivité des pêches (MPO 2014) constitue une orientation relativement nouvelle qui ne peut être facilement utilisable dans la pratique.
- De nombreux processus ayant une incidence sur le rétablissement des composantes et des fonctions écosystémiques dégradées sont peu connus, et de nombreuses pressions naturelles et d'origine anthropique pourraient avoir des répercussions sur ces processus.
- L'évaluation des répercussions des pressions d'origine anthropique à la lumière des changements écosystémiques naturels et plus vastes dans le contexte actuel du changement climatique à l'échelle mondiale est difficile et peut occasionner un déplacement des états de référence.

CONCLUSION

Le présent avis scientifique fournit une approche structurée pour évaluer l'impact d'une pression d'origine anthropique sur une composante et une fonction de l'écosystème. L'impact est présumé découler d'un changement de l'état d'une composante de l'écosystème en raison d'une pression. La présente approche est destinée à être appliquée à toute pression d'origine anthropique, composante de l'écosystème, ou fonction de l'écosystème, et est indépendante du temps et de l'espace. La présente approche représente simplement un aspect d'un processus de gestion des risques plus exhaustif qui orientera la prise de décisions de gestion ayant une incidence sur le milieu marin.

Les modèles de séquences des effets (SE) qui ont été élaborés pour les principales classes de pressions d'origine anthropique font partie intégrante du présent avis. Dans les cas où les séquences des effets (ou d'autres analyses semblables telles que les matrices des interactions) n'ont pas encore été déterminées, il faudra les élaborer afin de déterminer les interactions entre les pressions d'origine anthropique et les composantes de l'écosystème préoccupantes.

La relation entre une composante de l'écosystème et une pression ainsi que la fonction de l'écosystème fournie par toute composante de l'écosystème sont présumées suivre des formes génériques (relation non linéaire et souvent sigmoïde).

Le présent avis comprend trois catégories d'impact croissant qui caractérisent l'état de la fonction de l'écosystème en raison des changements apportés à une composante de l'écosystème. Les limites entre ces catégories représentent les points de transition qui indiquent le niveau à partir duquel le changement graduel de l'état d'une composante de l'écosystème a une incidence considérable sur sa capacité à remplir sa fonction, et où les mesures de gestion peuvent être appropriées.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

La probabilité qu'une composante de l'écosystème soit exposée à une pression et le niveau de tolérance au risque dans les politiques et la prise de décisions doivent être pris en compte dans le cadre d'un processus de gestion des risques plus vaste, mais ces points ne sont pas abordés dans le présent avis.

Les effets cumulatifs ne sont pas abordés dans le cadre de l'approche présenté dans le présent avis scientifique et devraient être pris en compte. À ce jour, aucun avis n'a été fourni sur la manière de combiner les effets des nombreuses pressions exercées sur les composantes de l'écosystème. Toutefois, les relations graphiques présentées dans le présent avis scientifique s'intégreraient probablement bien dans un cadre d'évaluation des effets cumulatifs.

D'importantes analyses scientifiques peuvent être nécessaires afin de déterminer les conditions actuelles ainsi que les conditions de référence des composantes de l'écosystème d'intérêt, et leur capacité de rétablissement après l'impact subit en raison de différentes pressions.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle du processus de consultation scientifique nationale du 9 au 11 décembre 2014, intitulé Critères de risque écologique à l'appui de la gestion intégrée des océans. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO.

Cormier, R. *et al.* 2013. Marine and coastal ecosystem-based risk management handbook. ICES Cooperative Research Report No. 317. 60 p.

CSA (Association canadienne de normalisation). 2010. CAN/CSA-IEC/ISO 31010-10 Gestion des risques – Techniques d'évaluation des risques. 198 p.

Freedman, J.A. and de Kerckhove, D.T. 2015. Design of Ecological Risk Criteria for the Integrated Management of Canadian Oceans. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/015. v + 31 p.

MPO. 2004. Identification des zones d'importance écologique et biologique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rapp. sur l'état des écosystèmes 2004/006.

MPO. 2006a. Stratégie de pêche en conformité avec l'approche de précaution. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/023.

MPO. 2006b. Identification des espèces et des attributs des communautés d'importance écologique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/041.

MPO. 2014. Cadre scientifique pour évaluer la réponse de la productivité des pêches à l'état des espèces ou des habitats. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2013/067.

ANNEXE 1 : GLOSSAIRE

Composante de l'écosystème – Toute composante biotique ou abiotique d'un écosystème. Les composantes de l'écosystème qui sont les plus pertinentes dans le présent avis sont celles qui réagissent à des pressions spécifiques et qui contribuent à une fonction de l'écosystème d'intérêt. Des lignes directrices sur la détermination de ces composantes de l'écosystème ont été fournies dans les avis précédents, en particulier ceux liés à la détermination des zones d'importance écologique et biologique (ZIEB), des espèces d'importance écologique (EIE) et des propriétés communautaires (PC). Les composantes de l'écosystème potentiellement pertinentes sont également fournies dans les documents d'orientation sur le suivi des effets sur l'environnement (Environnement Canada).

Critère – Le terme « critère de risque » est largement utilisé au MPO, selon des définitions souvent conflictuelles. Dans le contexte du présent avis, le terme « critère » est souvent utilisé comme synonyme de « catégorie ». Sur une échelle qualitative (catégorique), le terme « critère » se rapporte à un niveau d'impact sur une composante de l'écosystème et, en fin de compte, à la façon dont cet impact touche la fonction de l'écosystème (voir le tableau 1).[2]

Évaluation des risques – Il existe plusieurs définitions techniques et lignes directrices pour décrire ce que l'on entend par « évaluation des risques ». Cependant, dans le présent avis scientifique, l'expression « évaluation des risques » est fondée sur la norme ISO 31000:2009 qui décrit généralement un processus en plusieurs étapes qui comprend la détermination des risques, l'analyse des risques (qui détermine la probabilité et les conséquences des répercussions sur un écosystème qui peuvent découler de l'exposition à une ou plusieurs pressions), l'évaluation des risques (où les gestionnaires et les décideurs évaluent les résultats de l'analyse des risques en tenant compte de la tolérance au risque), et le traitement des risques (c.-à-d. la décision de prendre des mesures pour gérer les risques ou pas).

Fonction de l'écosystème – Tout processus ou attribut physique, chimique ou biologique qui contribue à l'autosuffisance de l'écosystème (p. ex. la productivité, la biodiversité, le cycle des éléments nutritifs, etc.).

Impact – Un changement mesurable apporté à une composante ou à une fonction de l'écosystème en raison d'une interaction à la suite d'une pression. Les impacts les plus pertinents pour le présent avis sont ceux qui sont liés aux pressions d'origine anthropique qui entraînent un changement de l'état d'une composante de l'écosystème et, ultimement, une réponse au niveau de la fonction de l'écosystème.

Incertitude – Dans le contexte d'une analyse des impacts écologiques, le terme « incertitude » désigne le degré de confiance selon lequel la nature et l'ampleur des changements apportés à une composante de l'écosystème suite à une pression exercée sont connues et démontrées par une enquête scientifique. L'incertitude dans le contexte de la prise de décisions désigne le degré de confiance (c.-à-d. la certitude) selon lequel la mesure de gestion prise (ou pas) est nécessaire et entraînera le résultat escompté (c.-à-d. modifier l'impact d'une pression exercée sur une composante de l'écosystème par la voie souhaitée).

Menace – Une activité anthropique qui peut exercer une pression sur une composante ou une fonction de l'écosystème.

---

[2] Dans les documents consultatifs précédents (p. ex. ceux liés aux zones d'importance écologique et biologique), le terme « critères » est souvent utilisé pour désigner les *caractéristiques* (p. ex. la combinaison des menaces et des composantes de l'écosystème) qui déterminent le niveau de risque à attribuer aux cas particuliers. Ce n'est pas le contexte dans lequel le terme est utilisé dans le présent avis scientifique.

Perturbation – Toute altération d'une composante ou d'une fonction de l'écosystème causée par une interaction avec une pression, que le changement fasse augmenter ou diminuer la composante ou la fonction.

Pression – Bien que des pressions naturelles et des pressions d'origine anthropique agissent sur les écosystèmes, aux fins du présent avis scientifique, le terme « pression » est défini comme la façon dont une activité humaine modifie (de façon positive ou négative) l'état d'une composante de l'écosystème. Dans le langage quotidien, le terme « pression » est souvent utilisé pour désigner l'activité elle-même, et cette interprétation rejoint souvent la façon dont le terme est utilisé ici. Cependant, toute pression donnée peut avoir différents impacts sur un écosystème qui peuvent être illustrés sous la forme de séquences multiples dans un diagramme représentant les séquences des effets. Lorsque le présent avis est appliqué de façon technique, chaque séquence individuelle peut être considérée comme une pression individuelle.

Probabilité – La probabilité qu'un événement se produise (p. ex. la probabilité d'une pression entraînant un changement de l'état d'une composante de l'écosystème).

Résilience – La capacité d'une composante de l'écosystème ou d'un écosystème à revenir à un état antérieur, à un état moins perturbé à la suite d'une perturbation.

Résistance – La capacité d'une composante de l'écosystème ou de l'écosystème dans son ensemble à contrer les pressions exercées.

Rétablissement – Le processus par lequel une composante de l'écosystème ou l'écosystème dans son ensemble passe d'un état perturbé à un état moins perturbé. Le rétablissement implique souvent une hystérésis, terme technique utilisé lorsque les séquences de changement suivies ne sont pas les mêmes durant une tendance à la baisse et une tendance à la hausse. Le rétablissement peut être complet (retour au niveau de la fonction d'origine, avant l'exposition aux pressions) ou partiel (retour à un niveau inférieur à l'état d'origine, mais amélioré par rapport à l'état du début du processus de rétablissement; un état de rétablissement partiel peut être ou ne pas être autosuffisant).

Risque – Le terme « risque » compte de nombreuses définitions techniques, mais dans le présent avis scientifique, il désigne la probabilité qu'une menace ait un impact sur la composante ou fonction de l'écosystème et l'ampleur de cet impact. Les mesures de gestion peuvent permettre de gérer le risque posé par une activité en visant la menace de sorte à réduire sa probabilité, son ampleur potentielle, ou les deux.

Sensibilité – La susceptibilité d'une composante de l'écosystème à subir un changement d'état en raison d'une pression exercée sur celle-ci.

Séquences des effets (SE)[3] – Une représentation des relations de cause à effet entre les activités humaines, leurs sources connexes des effets (pressions), et leur impact sur des composantes écosystémiques spécifiques. Les modèles de séquences des effets illustrent les possibles relations de cause à effet et déterminent les mécanismes par lesquels les pressions entraînent, ultimement, des changements dans l'écosystème. Des séquences des effets ou des analyses semblables (p. ex. les matrices des interactions) sont nécessaires pour l'application du présent avis.

[3] Gouvernement du Canada. 2012. Pathways of Effects National Guidelines. Pêches et Océans Canada. 32 p. (manuscrit non publié)

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Téléphone : 613-990-0293
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2015. Approche scientifique pour évaluer l'impact des activités humaines sur les composantes et les fonctions écosystémiques. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/020.

Also available in English:

DFO. 2015. A science-based approach to assessing the impact of human activities on ecosystem components and function. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2015/020.